

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 9 月 30 日 (30.09.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/083925 A1

- (51) 国際特許分類: G02B 6/32
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/003849
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 22 日 (22.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-077503 2003 年 3 月 20 日 (20.03.2003) JP
特願 2003-424782
2003 年 12 月 22 日 (22.12.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気硝子株式会社 (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 Shiga (JP).

Shiga (JP). 角見 昌昭 (KADOMI, Masaaki) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP).

(74) 代理人: 江原 省吾, 外 (EHARA, Syogo et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 5 番 2 6 号 江原特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

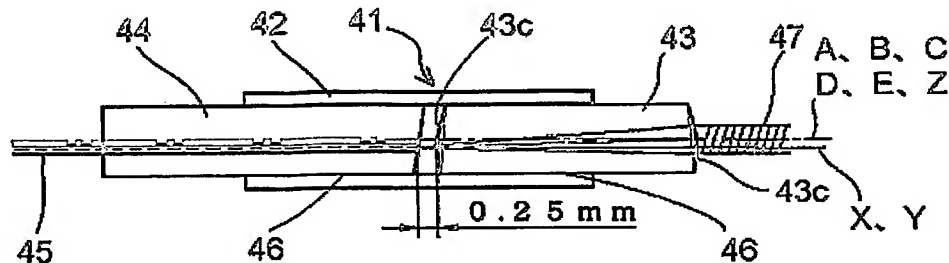
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 宏和 (TANAKA, Hirokazu) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 日本電気硝子株式会社内

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL COLLIMATOR

(54) 発明の名称: 光コリメータ



(57) Abstract: An optical collimator, comprising a sleeve, a partially spherical surface lens, and a capillary holding an optical fiber, the sleeve further comprising an inner hole disposed concentrically to the outer peripheral surface thereof, and the partially spherical surface lens further comprising a cylindrical part fixedly inserted into the inner hole of the sleeve and light transmission spherical faces provided at both ends of the cylindrical part. The optical axis of the light transmission spherical faces is positioned eccentrically to the center axis of the outer peripheral surface of the sleeve. The capillary is fixedly inserted into the inner hole of the sleeve, and holds the optical fiber at a position eccentric to the center axis of the outer peripheral surface of the sleeve to face the tilted end face of the optical fiber toward the partially spherical surface lens.

(57) 要約: 光コリメータは、スリーブと、部分球面レンズと、光ファイバを保持した毛細管とを備えている。スリーブは、その外周面と同心に配置された内孔を有する。部分球面レンズは、スリーブの内孔に挿着された円柱部と、円柱部の両端に設けられた透光球面とを有する。透光球面の光軸は、スリーブの外周面の中心軸に対して偏心した位置にある。毛細管は、スリーブの内孔に挿着され、前記スリーブの外周面の中心軸に対して偏心した位置に光ファイバを保持し、光ファイバの傾斜している端面を部分球面レンズに向ける。

WO 2004/083925 A1



CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,
NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

光コリメータ

技術分野

本発明は、光通信用の光ファイバを内部に保持した毛細管と、円柱部と透光球面とを有する部分球面レンズと、これらを軸合わせするスリーブとを使用した光コリメータに関する。

背景技術

高速大容量の光ファイバ通信システムを構築する際には多くの光デバイスが使用されており、その中には複数の波長が多重化された光信号から任意波長の光信号を取り出すものや、光信号の位相を合わせるための光学結晶体を用いるもの等があり、光ファイバから出射されて広がった光信号を平行光にするために、あるいは、平行光を光ファイバへ集光させるために多数の光コリメータが用いられる。

従来の部分球面レンズを用いた光コリメータ 1 は、図 6 に示すように、内部に光ファイバ 5 を保持すると共に、光ファイバ 5 の端面 5 a からの反射戻り光を防止するために斜め研磨面 4 a を形成した毛細管 4 と、部分球面レンズ 3 とをスリーブ 2 内に挿入し、光コリメータとして正しく作動するように、光学的に適切な位置関係になるように調心を行い、接着剤 6 で固着することにより作製している。

このような光学系に関する技術として、特許文献 1 には、部分球面レンズを用いた光コリメータの中心軸に対して、入射／出射する平行光の偏心を無くすために、所定の形状及び屈折率を有する斜研磨光学素子を用いることが開示されている。特許文献 2 には、光ファイバ及びコリメータレンズの光軸と、これらを支持するスリーブの外周面の中心軸とを偏心させることが開示されている。また、特許文献 3 には、端部を斜め

研磨したファイバの斜め研磨角度に応じて、光ファイバとレンズの中心軸に並進ズレを持たせ、平行ビームを形成するようにした光コリメータが開示されている。特許文献４には、管状ハウジングの中心が、球レンズを経て出る平行な光ビームの中心線として定義された光コネクタが開示されている。さらに、特許文献５には、レンズの中心に対して光ファイバの光軸を偏心させ、レンズの中心と、レンズに入射する光ファイバからの光ビームの中心とがほぼ一致するように偏心量を設定した光ファイバコリメータが開示されている。特許文献６には、レンズから出射するビームの光軸が光ファイバの光軸と平行であるコリメータが開示されており、特許文献７には円筒状のレンズホルダーに対し、略円柱状のレンズと、ファイバのファイバ端部とを同軸状に収容して構成されたファイバコリメータが開示されている。

【特許文献１】特開２００１－５６４１８号公報

【特許文献２】特開平９－２５８０５９号公報

【特許文献３】特開昭６２－２３５９０９号公報

【特許文献４】特開平２－１１１９０４号公報

【特許文献５】特開２００２－１９６１８０号公報

【特許文献６】特開平５－１５７９９２号公報

【特許文献７】特開平９－２７４１６０号公報

図６に示すような従来の構造では、内部に光ファイバ５を保持すると共に、光ファイバ５の端面５ａからの反射戻り光を防止するために斜め研磨面４ａを形成した毛細管４を用いているので、光ファイバ５の端面５ａから屈折の法則に従って毛細管の光軸Ｙに対して斜め方向に光が出射し、その結果、光コリメータ１から出射される平行光７には、その平行光の光軸Ｚと光コリメータ１の外周面の中心軸Ａとの間に偏心量 δ の偏心が発生するという問題点がある。

また、図７に示すように、従来の構造の光コリメータ１と光機能素子８ａを用いて光機能部品８を組立てる際、平行光７の光軸Ｚが光コリメ

ータ 1 の外周面の中心軸 A に対して偏心しているため、それぞれの光コリメータ 1 の偏心方向を正確に一致させる必要があり、そのために作業性が非常に悪くなるという問題点もある。

さらに、図 8 に示すように、光ファイバ 1 5 を内部に保持すると共に、端面 1 4 a に斜め研磨が施されていない毛細管 1 4 と、スリーブ 1 2 とを用いて、光コリメータ 1 1 の外周面の中心軸 A から平行光 1 7 が入射／出射するようにした場合、斜め研磨の効果による反射減衰量が得られなくなるので、光ファイバ 1 5 の端面 1 5 a、および部分球面レンズ 1 3 の透光球面部 1 3 c からの反射戻り光が非常に大きくなり、それらの表面にそれぞれ反射防止膜を施したとしても、反射戻り光を充分阻止することはできない。そして、この反射戻り光はレーザー光源などに悪影響を及ぼすので、高速大容量の光ファイバ通信システムを構築する際には実用上大きな問題点となる。

また、特許文献 1 の第 1 図に示されているように、両端面が平行に斜め研磨された斜研磨光学素子を用いる場合は、平行光が光コリメータの中心軸に対して入射／出射するように精密な調心作業が必要となり、作業性が非常に悪くなる。また、光路中に斜研磨光学素子を挿入するので、光コリメータの挿入損失が増大し、高速大容量の光ファイバ通信システムを構築する際には、この増大した挿入損失が問題点となる。

さらに、特許文献 1 の第 9 図に示されているように、内径の中心を外径の中心からずらして切削された金属製の円筒状ホルダーを用いる場合、外径と内径の中心を僅かにずらせるという精密な加工が必要となる。また、金属製の円筒状ホルダーと、光ファイバを内部に保持する毛細管、および部分球面レンズとの間には熱膨張係数差があるので、その差が大きい場合には、使用時の温度変化に伴う個々の構成要素の膨張量あるいは収縮量の違いにより、光学的特性に狂いが生じる恐れがある。特に、このような膨張又は収縮差が生じることにより部分球面レンズに応力が

集中した場合には、屈折率や分散などの光学的特性の狂いに起因するトラブルが増大し、光学系としての安定性に問題が生じる。

このため、高温時や低温時等のように室温と大幅に異なる温度条件の下では、スリーブと毛細管および部分球面レンズとの接着部に剥離が生じて本質的な部品特性が阻害されるばかりでなく、部分球面レンズに歪が生じて透過光量が変化したり、偏波特性が変化したり、或いは安定したコリメート光が得られなくなる等の不具合を招く。その結果、この種の光通信用デバイスの使用環境が限られてしまうことになり、特に屋外での使用が大幅に制限されると共に、光デバイスに組込む際には高精度な光学的特性が要求されるため、使用可能な温度範囲が極めて狭小になり、使用時における制限が一層厳格になるという問題がある。

また、特許文献 2 には、図 9 に示すように、偏心スリーブ 2 2 を用いることにより、光ファイバ 2 5 及び部分球面レンズ 2 3 の光軸 X と偏心スリーブ 2 2 の外周面の中心軸 B とを偏心させ、光コリメータ 2 1 の外周面の中心軸 A に対して、入射／出射する平行光 2 7 の光軸 Z の偏心を無くす構造のものが開示されている。この場合、部分球面レンズ 2 3 の外周面の中心軸 D と入射／出射する平行光 2 7 の光軸 Z とが一致していないので、入射／出射する平行光 2 7 の直径が部分球面レンズ 2 3 の外径より小さな場合でも、両者の中心軸が偏心していることに起因して、入射／出射する平行光 2 7 の直径程度まで部分球面レンズ 2 3 の外径を細径化することができない。そのため、部分球面レンズ 2 3 を用いた光コリメータ 2 1 の外周面の中心軸に対して、入射／出射する平行光 2 7 の光軸 Z の偏心を無くすと同時に、光コリメータ 2 1 の細径化を実現する際には大きな問題点となる。

さらに、図 10 に示すように、機械式光スイッチなどに用いられる長作動距離を有する光コリメータ 3 1 の場合、長作動距離を実現するために比較的大きな曲率半径の部分球面レンズ 3 3 が用いられるが、曲率半径が大きくなれば部分球面レンズ 3 3 の焦点距離が大きくなり、偏心ス

リーブ 3 2 を用いるタイプでは、結果的に入射／出射する平行光 3 7 の光軸 Z と部分球面レンズ 3 3 の外周面の中心軸 D との偏心が大きくなると共に、入射／出射する平行光 3 7 の直径も大きくなる。そのため、部分球面レンズ 3 3 の外径を小さくすることがますます難しくなり、部分球面レンズ 3 3 を用いた光コリメータ 3 1 の中心軸に対して、入射／出射する平行光 3 7 の光軸 Z の偏心を無くすと同時に、光コリメータ 3 1 の細径化を実現することは困難となる。なお、入射／出射する平行光 3 7 の直径や光軸 Z と部分球面レンズ 3 3 の外周面の中心軸 D との偏心を考慮することなく、部分球面レンズ 3 3 を細径化しても、図 1 0 に示すとおり、入射／出射する平行光 3 7 に欠損 3 7 a が生じることで大きな挿入損失が発生するため、実用上大きな問題点となる。

また、特許文献 2 に開示されているように、偏心スリーブを用いて光コリメータの中心軸に対して、入射／出射する平行光の偏心を無くす場合、部分球面レンズの外周面の中心軸と入射／出射する平行光の中心軸が一致していないので、入射／出射する平行光の直径が部分球面レンズの外径より小さな時でも、両者の中心軸が偏心している影響で、部分球面レンズの外径を入射／出射する平行光の直径程度まで細径化することができず、結果的に光コリメータの細径化を阻害することとなる。

また、特許文献 3 の第 1 図に示されているように、端部を斜め研磨した光ファイバの斜め研磨角度に応じて、光ファイバとレンズの中心軸に並進ズレを持たせ、平行ビームを形成するようにした光コリメータの場合は、出射する平行ビームの光軸が光ファイバの中心軸と一致しないため、光コリメータどうしの調心作業に労力を費やすこととなる。

また、特許文献 4 の第 2 図に示されているように、光ファイバのコア中心線と光ビームの光軸が一致していない構成では、例えば、光検出器を用いて光ビームの光軸と機械軸を一致させた上で、管状ハウジングを機械加工する必要がある（特許文献 4 の第 3 図参照）。また、所望の寸法を有する平らな面を備えた球レンズを用いる場合（特許文献 4 の第 4

図参照)は、組立時に、その平らな面と光ファイバから出射したビームの光軸とのなす角度を厳密に調心しなければならない。

また、特許文献5の第1図に示されているように、屈折率分布型ロッドレンズの中心に対して光ファイバの光軸を偏心させ、屈折率分布型ロッドレンズの中心と、そのレンズに入射する光ビームの中心とがほぼ一致するように偏心量を設定した構成では、屈折率分布型ロッドレンズの代わりに球レンズを用いた場合、レンズの中心に対して光ファイバの光軸を偏心させているため、出射される光ビームは光ファイバの光軸と一致しない。

また、特許文献6に開示されている構成では、レンズから出射するビームは入力側マウントの軸と平行ではあるが、一致することはなく、入力側マウントの軸とある距離を有する平行ビームにしかないので(特許文献6の第3図参照)、マウントの軸を中心に回転させながら、光コリメータどうしの調心を行う必要がある。

また、特許文献7では、円筒状のレンズホルダーに、略円柱状のレンズと、光ファイバの端部とを同軸状に收容して光コリメータを構成しているが(特許文献7の第1図参照)、略円柱状の球面レンズと、光ファイバのファイバ端部とを同軸状に收容した場合、光コリメータから出射される平行光の光軸はファイバコリメータの外径中心軸と一致することはないので、光コリメータ同士を調心する際には、光コリメータの軸を中心に回転させる必要がある。

さらに、従来の光コリメータを用いて光コリメータ同士の調心作業を行う場合、例えば1本のV溝上に、それらの作動距離となる位置で、かつ、各スリーブの外周面の中心軸が相互に一致した状態で相対向させて搭載しただけでは、一方の光ファイバから光を導入した際に、他方の光ファイバから十分な光の応答が得られない。そのため、光軸の自動調心装置などが使用可能となるように、光の十分な応答が得られる状態まで手動で調心作業を行う必要がある。

発明の開示

本発明の目的は、光機能部品などの組立を行う際に、従来の光コリメータのように、入射／出射する平行光の偏心方向を一致させるための調心作業が必要なく、平行光が光コリメータの外周面の中心軸に対して入射／出射する光コリメータを提供することである。

本発明の他の目的は、温度条件が多種にわたる使用時におけるスリーブと部分球面レンズ及び毛細管との熱膨張係数差に起因する光学的特性の悪化を可及的に低減させることである。

本発明のさらなる目的は、光コリメータの細径化を図ると同時に、部分球面レンズを用いた光コリメータの外周面の中心軸と、入射／出射する平行光の光軸Zとの偏心を可及的に小さくし又は無くすことである。

上記目的を達成するため、本発明は、外周面と同心に配置された内孔を有するスリーブと、スリーブの内孔に挿着された円柱部と、円柱部の両端に設けられた透光球面とを有し、透光球面の光軸がスリーブの外周面の中心軸に対して偏心した位置にある部分球面レンズと、スリーブの内孔に挿着され、スリーブの外周面の中心軸に対して偏心した位置に光ファイバを保持し、該光ファイバの傾斜している端面を部分球面レンズに向ける毛細管とを備えてなる光コリメータを提供する。

本発明の光コリメータは、上記構成において、部分球面レンズの外側の透光球面から出射する平行光の光軸が、スリーブの外周面の中心軸を中心とする半径0.02mm以内の範囲にあり、且つスリーブの外周面の中心軸に対して角度0.2°以内の範囲にあるものが好ましい。

具体的には、本発明の光コリメータとしては、中央に内孔を有する略円筒状のスリーブと、屈折率が略均一なガラスからなり、前記スリーブの内孔よりも僅かに小さい直径の円柱部の両端に曲率中心が略同一の透光球面を有し、前記スリーブの内孔に挿入固定した際に、前記スリーブの外周面の中心軸に対して所定の平行度で所定量偏心した位置が光軸となる部分球面レンズと、前記スリーブの内孔よりも僅かに小さい外径を有し、

前記スリーブの内孔に挿入固定した際に、端面が傾斜している光ファイバを、前記スリーブの外周面の中心軸に対して所定の平行度で所定の偏心位置に保持する毛細管とを備えたものが好ましい。さらに、前記部分球面レンズの外側の透光球面から出射する平行光の光軸が、前記スリーブの外周面の中心軸を中心とする半径 0.02 mm 以内の範囲にあり、且つ前記スリーブの外周面の中心軸に対して角度 0.2° 以内の範囲にあるものがより好ましい。

本発明の光コリメータは、光機能部品などの組立を行う際に、従来の光コリメータのように、入射／出射する平行光の偏心方向を一致させるための調心作業を行う必要がない。そのため、平行光が光コリメータの外周面の中心軸に対して入射／出射する光コリメータを容易に作製することができる。また、温度条件が多種にわたる使用時におけるスリーブと毛細管および部分球面レンズとの熱膨張係数差に起因する光学特性の悪化を可及的に低減することができる。そのため、高い信頼性を有する光機能部品を作製することが可能となる。

また、本発明の光コリメータは、スリーブの外周面の中心軸に対して所定の平行度で所定量偏心した位置が光軸となる部分球面レンズを用いているので、入射／出射する平行光の光軸と部分球面レンズの外周面の中心軸とを一致させることができ、入射／出射する平行光の直径と同程度まで部分球面レンズの外径を小さくすることが可能となる。これにより、光コリメータの細径化を実現できる。

また、一対の前記光コリメータをそれらの作動距離となる位置で、かつ、各スリーブの外周面の中心軸が相互に一致した状態で対向配置させ、一方の光コリメータの光ファイバから光を導入したとき、他方の光コリメータの光ファイバから -30 dB 以上の光の応答が得られる構成とすることにより、煩わしい手動での調心作業を行う必要がなく、光軸の自動調心装置などを用いて対向配置させた光コリメータ対の光軸調心を簡単

に行うことができ、光デバイスの組立を従来にない高い効率で実現可能となる。

上記構成において、スリーブの材質をガラスまたは結晶化ガラスにすると、高精度の円筒度をドローイング法で達成することができ、且つ、安定して効率よく大量に作製することが可能である。また、ドローイング法で作製されたスリーブは、表面がファイヤーポリッシュされており、表面を研磨する必要が無いので、安価に作製できる。

また、上記構成において、毛細管の材質をガラスまたは結晶化ガラスにすると、高精度の円筒度、および偏心量（軸外し量とも言う。）をドローイング法で達成することができ、且つ、安定して効率よく大量に作製することが可能である。また、ドローイング法で作製された毛細管は、表面がファイヤーポリッシュされており、表面を研磨する必要が無いので、安価に作製できる。

また、上記構成において、スリーブ、部分球面レンズ、及び毛細管の相互間の熱膨張係数差を $50 \times 10^{-7} / \text{K}$ 以内に収めることにより、相互間の熱膨張係数差に起因する光学的特性の悪化を可及的に低減して、環境温度の変化に対して安定した性能を維持可能な光コリメータを実現することができる。

また、上記構成において、毛細管は、ドローイング法により製造されたものであることが好ましい。

図面の簡単な説明

図 1 (A) は、本発明の実施例に係る光コリメータの断面図、図 1 (B) は側面図である。

図 2 (A) は、本発明の実施例に係る光コリメータに使用する毛細管の断面図、図 2 (B) は側面図である。

図 3 (A) は、本発明の実施例に係る光コリメータに使用する部分球面レンズの断面図、図 3 (B) は側面図である。

図４（Ａ）は、本発明の実施例に係る光コリメータに使用するスリーブの断面図、図４（Ｂ）は側面図である。

図５（Ａ）は、本発明の他の実施例に係る長作動距離を有する光コリメータの断面図、図５（Ｂ）は側面図である。

図６（Ａ）は、従来の光コリメータの光軸に対して平行な方向の断面図、図６（Ｂ）は光軸に対して垂直な方向の断面図である。

図７は、従来の光コリメータを用いた光機能部品の断面図である。

図８（Ａ）は、光ファイバ端面に斜め研磨を施していない従来の光コリメータの断面図、図８（Ｂ）は側面図である。

図９（Ａ）は、偏心スリーブを用いた従来の光コリメータの断面図、図９（Ｂ）は側面図である。

図１０（Ａ）は、偏心スリーブを用いた長作動距離を有する従来の光コリメータの断面図、図１０（Ｂ）は側面図である。

図１１は、１本のＶ溝上に一対の光コリメータをそれらの作動距離となる位置で、かつ、各スリーブの外周面の中心軸が相互に一致した状態で相対向させて配置した状態を示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

図１～図４に示すように、実施例に係る光コリメータ４１は、中央に内孔４２ａを有する円筒状のスリーブ４２と、屈折率が略均一なガラスからなる円柱部４３ａの両端４３ｂに曲率中心が略同一の透光球面４３ｃを有し、スリーブ４２の内孔４２ａに挿入固定した際に、スリーブ４２の外周面の中心軸Ｂに対して所定量偏心した位置が光軸Ｘとなる部分球面レンズ４３と、スリーブ４２の内孔４２ａに挿入固定した際に、スリーブ４２の外周面の中心軸Ｂに対して所定量偏心した位置に光ファイバ４５を保持する毛細管４４とを備えている。部分球面レンズ４３と、光ファイバ４５を保持した毛細管４４とは、スリーブ４２の内孔４２ａに

光コリメータとして正しく作動するように光学的に適切な位置に固定されており、平行光 4 7 は、光コリメータ 4 1 の外周面の中心軸 A から入射／出射する。すなわち、部分球面レンズ 4 3 の外側の透光球面 4 3 c から出射する平行光 4 7 の光軸 Z は、スリーブ 4 2 の外周面の中心軸 B を中心とする半径 0. 0 2 m m 以内の範囲にあり、かつ、スリーブ 4 2 の外周面の中心軸 B に対して角度 0. 2° 以内の範囲にある。

図 2 に示すように、光コリメータ 4 1 を構成する毛細管 4 4 は、その外周面の中心軸 E に対して所定量偏心した位置で光ファイバ 4 5 を保持する。したがって、スリーブ 4 2 の内孔 4 2 a に毛細管 4 4 を挿入固定すると、毛細管 4 4 に保持された光ファイバ 4 5 の光軸 Y は、スリーブ 4 2 の外周面の中心軸 B に対して所定量偏心した状態になる。尚、スリーブ 4 2 の外周面の中心軸 B は、内孔 4 2 a の中心軸と一致する。

図 3 に示すように、光コリメータ 4 1 を構成する部分球面レンズ 4 3 は、その外周面の中心軸 D に対して所定量偏心した位置に光軸 X を有する。したがって、スリーブ 4 2 の内孔 4 2 a に部分球面レンズ 4 3 を挿入固定すると、部分球面レンズ 4 3 の光軸 X は、スリーブ 4 2 の外周面の中心軸 B に対して所定量偏心した状態になる。

部分球面レンズ 4 3 の素材としては、屈折率が略均一な光学ガラス等からなり、真球状に加工することにより高い焦点精度を有する球レンズが作製できるものであれば使用可能である。光コリメータ 4 1 の小型化、細径化のため、高い真球度を有する球レンズの周囲を研削して作製した部分球面レンズ 4 3 が適している。部分球面レンズ 4 3 に用いるガラスとしては、光学ガラスの B K 7、K 3、T a F 3、L a F 0 1、L a S F 0 1 5 等が好ましい。

スリーブ 4 2 及び毛細管 4 4 のうち少なくとも一方は、ガラス又は結晶化ガラスで形成するのが好ましい。このようなスリーブ 4 2 及び／又は毛細管 4 4 は、ドロワーイング法により高精度に安定して効率よく安価に作製することができる。さらに、ドロワーイング法により作製されたス

リーブ 4 2 及び／又は毛細管 4 4 の表面はファイヤーポリッシュされており、滑らかである。

例えば、部分球面レンズ 4 3 が光学ガラス L a S F 0 1 5 からなり、その熱膨張係数が $7.4 \times 10^{-7} / \text{K}$ 、スリーブ 4 2 が硼珪酸ガラスからなり、その熱膨張係数が $5.1 \times 10^{-7} / \text{K}$ 、毛細管 4 4 が結晶化ガラスからなり、その熱膨張係数が $2.7 \times 10^{-7} / \text{K}$ である場合、環境温度が 60°C 変動した時、相互間の熱膨張係数差に起因する光コリメータ 4 1 の外周面の中心軸 A に対する平行光 4 7 の光軸 Z の偏心量の変化は、 0.0003 mm ($0.3 \mu\text{m}$) 以下となる。また、平行光 4 7 の出射偏角（ビーム傾き角）の変化は、 0.01° 以下である。

これに対して、スリーブ 4 2 を、一般的なステンレス鋼である S U S 3 0 4（熱膨張係数： $18.4 \times 10^{-7} / \text{K}$ ）で形成した場合、相互の熱膨張係数差が $100 \times 10^{-7} / \text{K}$ 以上となり、これに起因する光コリメータ 4 1 の外周面の中心軸 A に対する平行光 4 7 の光軸 Z の偏心量の変化は、 0.0009 mm ($0.9 \mu\text{m}$) 程度、平行光 4 7 の出射偏角（ビーム傾き角）の変化は、 0.03° 程度となり、硼珪酸ガラス製のスリーブ 4 2 を用いた場合と比較するとそれぞれ 3 倍程度悪化する。

したがって、相互間の熱膨張係数差が $50 \times 10^{-7} / \text{K}$ 以内の部材を用いて光コリメータ 4 1 を作製することが、環境温度の変化に対して安定した光学特性を得る上で好ましい。

図 1 に示す光コリメータ 4 1 を構成する部分球面レンズ 4 3 の外周面の中心軸 D と光軸 X との偏心量 δ 、及び、毛細管 4 4 の外周面の中心軸 E と光ファイバ 4 5 の光軸 Y との偏心量 δ は、

n_1 ：光ファイバ 4 5 のコア部の屈折率

n_2 ：大気中の場合は空気の屈折率

n_3 ：部分球面レンズ 4 3 の屈折率

r ：部分球面レンズ 4 3 の曲率半径

θ ：光ファイバ 4 5 の端面 4 5 a の斜め研磨角度

とすると、下記の数式 1 のように表される。

数式 1 :

$$\delta = \frac{n_3}{2(n_3 - n_2)} \cdot r \cdot \tan \left[\left\{ \arcsin \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \theta \right) \right\} - \theta \right]$$

表 1 に、部分球面レンズ 4 3 の材質として光学ガラス L a S F 0 1 5 を使用した場合における各パラメータの例を示す。

表 1

項目	値
n_1	1. 4 6 8 2
n_2	1. 0
n_3	1. 7 7 5 3
r	1. 7 5 mm
θ	8. 0°

上記の各パラメータを用いて上記数式 1 により偏心量 δ を計算すると 0. 1 3 mm となる。したがって、図 1 に示す構成の光コリメータ 4 1 に用いる部分球面レンズ 4 3 および毛細管 4 4 の偏心量 δ は、表 1 に示すパラメータの場合、0. 1 3 mm とすればよい。

図 4 に示すように、この実施例において、スリーブ 4 2 はガラスで形成され、外径 1. 4 mm、内径 1. 0 mm、全長 5. 0 mm である。スリーブ 4 2 の外周面の中心軸 B と内孔 4 2 a の中心軸 C とは一致している。尚、スリーブ 4 2 は結晶化ガラスで形成しても良い。また、部分球面レンズ 4 3 や毛細管 4 4 との熱膨張係数差が $50 \times 10^{-7} / K$ 以内になるのであれば、スリーブとして、金属又はセラミックス製の割りスリーブを用いても良い。

図 3 に示すように、この実施例において、部分球面レンズ 4 3 は、屈折率が略均一な光学ガラス L a S F 0 1 5 で形成され、透光球面 4 3 c の曲率半径 r は 1. 7 5 m m である。また、部分球面レンズ 4 3 の外周面の中心軸 D と光軸 X との偏心量 δ は 0. 1 3 m m である。尚、部分球面レンズ 4 3 の透光球面 4 3 c には光信号の反射を低減するために、反射防止膜（図示省略）が形成されている。

図 2 に示すように、この実施例において、毛細管 4 4 はガラスで形成され、外径 1. 0 m m、全長 4. 3 m m である。毛細管 4 4 の内孔に光ファイバ 4 5 を保持した状態で、毛細管 4 4 の外周面の中心軸 E とシングルモード光ファイバ 4 5 の光軸 Y との偏心量 δ は 0. 1 3 m m である。毛細管 4 4 の端面は、内部に保持した光ファイバ 4 5 の端面 4 5 a からの反射戻り光を低減するために、光軸 Y に垂直な平面に対して 8° に斜め研磨され、さらに、端面 4 5 a に反射防止膜（図示省略）が形成されている。

図 1 に示すように、上記のような毛細管 4 4 と部分球面レンズ 4 3 とは、それぞれ、スリーブ 4 2 の内孔 4 2 a に挿入され、光コリメータとして正しく作動するように、光ファイバ 4 5 の端面 4 5 a と部分球面レンズ 4 3 の透光球面 4 3 c とが光学的に適切な距離 0. 2 5 m m となる位置にエポキシ系樹脂等の接着剤 4 6 により固定される。

次に、光コリメータ 4 1 の挿入損失、反射減衰量（リターンロスとも言う。）、平行光 4 7 の出射偏角（ビーム傾き角とも言う。）、及び光コリメータ 4 1 の外周面の中心軸 A に対する平行光 4 7 の光軸 Z の偏心量（光軸偏心とも言う。）の測定結果を表 2 に示す。

表 2

挿入損失	反射減衰量	出射偏角	平行光の光軸偏心
0. 2 dB 以下	6 0 dB 以上	0. 1° 以下	0. 0 1 5 m m 以下

これらの測定には波長 1 5 5 0 n m の光を用い、また、挿入損失については、一対の光コリメータ 4 1 を作動距離が 1 7 . 5 m m となるように対向配置した状態で測定を行った。ここで、作動距離とは、一対の光コリメータ 4 1 を対向配置した場合における、相対向する部分球面レンズ 4 3 の透光球面 4 3 c 間の空間距離である。

表 2 に示すように、実施例品は、挿入損失および反射減衰量において、従来品と同等あるいはそれ以上の性能を発揮しており、実用上何ら問題はない。

また、実施例品の出射偏角は 0 . 1 ° 以下であり、従来品と比較して非常に良い値である。さらに、実施例品は、平行光 4 7 の光軸偏心量が 0 . 0 1 5 m m 以下であり、例えば図 1 1 に示すように、V 溝基板 4 9 に設けられた 1 本の V 溝 4 9 a 上に一対の光コリメータ 4 1 をそれらの作動距離となる位置で、かつ、各スリーブ 4 2 の外周面の中心軸 B が相互に一致した状態で相対向させて搭載した場合、無調心の状態でも自動調心装置が作動する - 3 0 d B 以上の光信号の応答が得られる。種々の光学系で測定したところ、殆どの場合に - 1 0 d B 以上の光信号の応答が得られ、通常に加工されたものでは入力信号に対して - 5 d B ~ - 1 d B の範囲の応答があり、例えば、上記図 2 の光学系では、光信号の挿入損失は 1 . 5 d B 程度と十分な光信号の応答が得られるものであった。したがって、光コリメータ 4 1 同士の調心作業が必要な光機能部品を自動調心装置などを用いて組立てる際、従来品に比べて、作業効率を著しく改善させることが可能である。

次に、光コリメータ 4 1 の組立方法について説明する。

まず、例えば断面形状が毛細管 4 4 と相似形のガラス母材を加熱して、延伸成形等することにより、外径が $1 . 0 \pm 0 . 5 \mu \text{m}$ 、外周面の中心軸 E と内孔の中心軸 Y との偏心量が 0 . 1 3 m m で、内孔の内径が光ファイバ 4 5 の直径よりも僅かに大きい長尺の毛細管を作製する。次に、図 2 に示すように、長尺の毛細管の内孔に光ファイバ 4 5 を挿入し接着

した後、長尺の毛細管を光ファイバ45と共に所要長さに切断し、所要の加工を行って、外径 $1.0 \pm 0.5 \mu\text{m}$ 、全長 4.3 mm の毛細管44を作製する。毛細管44は、スリーブ42の内孔42aに挿入固定した際に、スリーブ42の外周面の中心軸Bに対して所定量偏心（この例では 0.13 mm 偏心）した位置に光ファイバ45を保持するようになっており、毛細管44の外周面には偏心方向を表示するマーキングまたはオリフラ加工部（図示省略）が施されている。なお、毛細管44は機械的に偏心させて外周研削を行っても作製可能である。

また、図3に破線で示すような、真球度が高く安価に入手が可能な球レンズを素材として使用し、これを、光軸Xが外周面の中心軸Dに対して 0.13 mm 偏心した位置になるように円柱状に研削して、直径が 1.0 mm 未満、両端43bの透光球面43cの曲率中心が同一位置にあり、透光球面43cの曲率半径 r が 1.75 mm である部分球面レンズ43を作製する。部分球面レンズ43は、スリーブ42の内孔42aに挿入固定した際に、スリーブ42の外周面の中心軸Bに対して所定量偏心（この例では 0.13 mm 偏心）した位置に光軸Xを有するようになっており、部分球面レンズ43の外周面には偏心方向を表示するマーキングまたはオリフラ加工部（図示省略）が施されている。

次に、例えば断面形状がスリーブ42と相似形のガラス母材を加熱して、延伸成形し、所要長さに切断などして、図4に示すような外径 1.4 mm 、内径 1.0 mm で透明なスリーブ42を作製する。尚、このスリーブ42の外周面に、部分球面レンズ43及び毛細管44の偏心方向を合わせるマーキングまたはオリフラ加工部（図示省略）が施されていると光コリメータ41の組立が容易になる。

次いで、スリーブ42の内孔42aに部分球面レンズ43を挿入し、例えば互いのマーキングを合わせて位置決めを行い、接着剤46で固定する。接着剤46が完全に硬化した後に、スリーブ42の内孔42aに毛細管44を挿入し、例えば互いのマーキングを合わせて位置決めを行

うと共に、光ファイバ45の端面45aと部分球面レンズ43の球面43cとの距離が $0.25\text{ mm} \pm 2\text{ }\mu\text{ m}$ となるように観察・測定しながら位置決めを行い、接着剤46で固定する。これにより、図1に示す光コリメータ41が完成する。

図5は、本発明の他の実施例に係る、長作動距離を有する光コリメータ51を示している。この実施例に係る光コリメータ51は、中央に内孔52aを有する円筒状のスリーブ52と、屈折率が略均一なガラスからなる円柱部の両端に曲率中心が略同一の透光球面53cを有し、スリーブ52の内孔52aに挿入固定した際に、スリーブ52の外周面の中心軸Bに対して所定量偏心した位置が光軸Xとなる部分球面レンズ53と、スリーブ52の内孔52aに挿入固定した際に、スリーブ52の外周面の中心軸Bに対して所定量偏心した位置に光ファイバ55を保持する毛細管54とを備えている。部分球面レンズ53と、光ファイバ55を保持した毛細管54とは、スリーブ52の内孔52aに光コリメータとして正しく作動するように光学的に適切な位置に固定されており、平行光57は、光コリメータ51の外周面の中心軸Aから入射／出射する。すなわち、部分球面レンズ53の外側の透光球面53cから出射する平行光57の光軸Zは、スリーブ52の外周面の中心軸Bを中心とする半径 0.02 mm 以内の範囲にあり、かつ、スリーブ52の外周面の中心軸Bに対して角度 0.2° 以内の範囲にある。

図5に示す光コリメータ51を構成する部分球面レンズ53の外周面の中心軸Dと光軸Xとの偏心量 δ 、及び、毛細管54の外周面の中心軸Eと光ファイバ55の光軸Yとの偏心量 δ は、

n_1 ：光ファイバ55のコア部の屈折率

n_2 ：大気中の場合は空気の屈折率

n_3 ：部分球面レンズ53の屈折率

r ：部分球面レンズ53の曲率半径

θ ：光ファイバ55の端面55aの斜め研磨角度

とすると、上記数式 1 のように表される。

表 3 に、部分球面レンズ 5 3 の素材として光学ガラス L a S F 0 1 5 を使用した場合における各パラメータの例を示す。

表 3

項目	値
n_1	1. 4 4 9 2
n_2	1. 0
n_g	1. 7 7 5 3
r	2. 7 5 mm
θ	8. 0°

上記の各パラメータを用いて上記数式 1 により偏心量 δ を計算すると 0. 2 0 mm となる。したがって、図 5 に示す構成の長作動距離を有する光コリメータ 5 1 に用いる部分球面レンズ 5 3 および毛細管 5 4 の偏心量は、表 3 に示すパラメータの場合、0. 2 0 mm とすればよい。

この実施例において、スリーブ 5 2 はガラスで形成され、外径 1. 4 mm、内径 1. 0 mm、全長 8. 0 mm である。スリーブ 5 2 の外周面の中心軸 B と内孔 5 2 a の中心軸 C とは一致している。尚、スリーブ 5 2 は結晶化ガラスで形成しても良い。また、部分球面レンズ 5 3 や毛細管 5 4 との熱膨張係数差が $50 \times 10^{-7} / K$ 以内になるのであれば、スリーブとして、金属又はセラミックス製の割りスリーブを用いても良い。

この実施例において、部分球面レンズ 5 3 は、屈折率が略均一な光学ガラス L a S F 0 1 5 で形成され、透光球面 5 3 c の曲率半径 r は 2. 7 5 mm である。また、部分球面レンズ 5 3 の外周面の中心軸 D と光軸 X との偏心量 δ は 0. 2 0 mm である。尚、部分球面レンズ 5 3 の透光球面 5 3 c には、光信号の反射を低減するために、反射防止膜（図示省略）が形成されている。

この実施例において、毛細管 5 4 はガラスで形成され、外径 1. 0 mm、全長 4. 3 mm である。毛細管 5 4 の内孔に光ファイバ 5 5 を保持した状態で、毛細管 5 4 の外周面の中心軸 E と光ファイバ 5 5 の光軸 Y との偏心量 δ は 0. 2 0 mm である。毛細管 5 4 の端面は、内部に保持した光ファイバ 5 5 の端面 5 5 a からの反射戻り光を低減するために、光軸 Y に垂直な平面に対して 8° に斜め研磨され、さらに、端面 5 5 a に反射防止膜（図示省略）が形成されている。

上記のような毛細管 5 4 と部分球面レンズ 5 3 とは、それぞれ、スリーブ 5 2 の内孔 5 2 a に挿入され、光コリメータとして正しく作動するように、光ファイバ 5 5 の端面 5 5 a と部分球面レンズ 5 3 の透光球面 5 3 c とが光学的に適切な距離 0. 4 0 mm となる位置にエポキシ系樹脂等の接着剤 5 6 により固定される。

次に、長作動距離を有する光コリメータ 5 1 の挿入損失、反射減衰量（リターンロスとも言う。）、平行光 5 7 の出射偏角（ビーム傾き角とも言う。）、及び光コリメータ 5 1 の外周面の中心軸 A に対する平行光 5 7 の光軸 Z の偏心量（光軸偏心とも言う。）の測定結果を表 4 に示す。

表 4

挿入損失	反射減衰量	出射偏角	平行光の光軸偏心
0. 3dB 以下	6. 0dB 以上	0. 1° 以下	0. 015mm 以下

これらの測定には波長 1 5 5 0 nm の光を用い、また、挿入損失については、一対の光コリメータ 5 1 を作動距離が 1 5 0 mm となるように対向配置した状態で測定を行った。ここで、作動距離とは、一対の光コリメータ 5 1 を対向配置した場合における、相対向する部分球面レンズ 5 3 の透光球面 5 3 c 間の空間距離である。

表 4 に示すように、実施例品は、挿入損失および反射減衰量において、従来品と同等あるいはそれ以上の性能を発揮しており、実用上何ら問題は無い。

また、実施例品の出射偏角は 0.1° 以下であり、長作動距離を有する光コリメータの従来品と比較して非常に良い値である。さらに、実施例品は、平行光 57 の光軸偏心量が 0.015 mm 以下であり、例えば、図 11 に示すものと同様の態様で、1 本の V 溝上に一對の光コリメータ 51 をそれらの長作動距離となる位置で、かつ、各スリーブ 52 の外周面の中心軸 B が相互に一致した状態で相対向させて搭載した場合、無調心の状態でも入力信号に対して自動調心装置が作動する -30 dB 以上の光信号の応答が得られる。例えば、上記図 5 の光学系では、最も良いもので光信号の挿入損失は 1.0 dB 程度であり、十分な光信号の応答が得られるものであった。したがって、長作動距離を有する光コリメータ 51 同士の調心作業が必要な光機能部品を自動調心装置などを用いて組立てる際、長作動距離を有する光コリメータの従来品に比べて、作業効率を著しく改善させることが可能である。

さらに、この実施例の光コリメータ 51 は、 150 mm もの長作動距離を有するにもかかわらず、部分球面レンズ 53 の外径を 1.0 mm に細径化することで、外径を 1.4 mm まで細径化することを実現している。ところで、図 10 に示すように、偏心スリーブ 32 を用いて 150 mm の作動距離を有する光コリメータ 31 を作製する場合、部分球面レンズ 33 の外径を 1.0 mm まで細径化すると、入射／出射する平行光 37 に欠損 37a が生じ、その結果として 1.0 dB 程度の挿入損失が発生して、実用上大きな問題となる。一方、入射／出射する平行光 37 に欠損 37a が生じないように、部分球面レンズ 33 の外径を例えば 1.25 mm としても、部分球面レンズ 33 の外周面の中心軸 X と、入射／出射する平行光 37 の光軸 Z との偏心量が 0.20 mm であるので、外径が 1.4 mm で内径が 1.0 mm の偏心スリーブ 32 を作製すること

は物理的に不可能である。したがって、例えば外径が1.8 mmの偏心スリーブ32を用いなければならない。すなわち、光軸方向の断面積に換算すると、この実施例の光コリメータ51では、従来の光コリメータ31に比べて約0.6倍の細径化が実現されている。

特許請求の範囲

1. 外周面と同心に配置された内孔を有するスリーブと；

前記スリーブの内孔に挿着された円柱部と、該円柱部の両端に設けられた透光球面とを有し、該透光球面の光軸が前記スリーブの外周面の中心軸に対して偏心した位置にある部分球面レンズと；

前記スリーブの内孔に挿着され、前記スリーブの外周面の中心軸に対して偏心した位置に光ファイバを保持し、該光ファイバの傾斜している端面を部分球面レンズに向ける毛細管とを備えてなる光コリメータ。

2. 前記部分球面レンズの外側の透光球面から出射する平行光の光軸が、前記スリーブの外周面の中心軸を中心とする半径0.02mm以内の範囲にあり、且つ前記スリーブの外周面の中心軸に対して角度0.2°以内の範囲にあるクレーム1に記載の光コリメータ。

3. 一対の前記光コリメータをそれらの作動距離となる位置で、かつ、前記各スリーブの外周面の中心軸が相互に一致した状態で対向配置させ、一方の前記光コリメータの光ファイバから光を導入したとき、他方の前記光コリメータの光ファイバから-30dB以上の光の応答が得られるクレーム1に記載の光コリメータ。

4. 前記スリーブが、ガラスまたは結晶化ガラスからなるクレーム1に記載の光コリメータ。

5. 前記スリーブが、割りスリーブであるクレーム1に記載の光コリメータ。

6. 前記毛細管が、ガラスまたは結晶化ガラスからなるクレーム 1 に記載の光コリメータ。

7. 前記スリーブ、前記部分球面レンズ、及び毛細管の相互間の熱膨張係数差が $50 \times 10^{-7} / \text{K}$ 以内であるクレーム 1 に記載の光コリメータ。

8. 前記毛細管が、ドロ잉法により製造されたものであるクレーム 1 に記載の光コリメータ。

要約書

光コリメータは、スリーブと、部分球面レンズと、光ファイバを保持した毛細管とを備えている。スリーブは、その外周面と同心に配置された内孔を有する。部分球面レンズは、スリーブの内孔に挿着された円柱部と、円柱部の両端に設けられた透光球面とを有する。透光球面の光軸は、スリーブの外周面の中心軸に対して偏心した位置にある。毛細管は、スリーブの内孔に挿着され、前記スリーブの外周面の中心軸に対して偏心した位置に光ファイバを保持し、光ファイバの傾斜している端面を部分球面レンズに向ける。

10/550276

FIG. 1 (A)

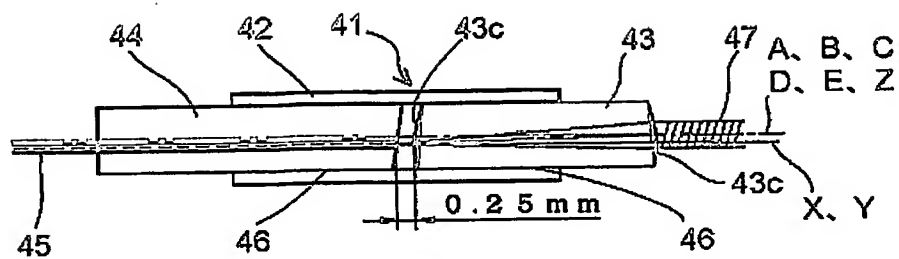


FIG. 1 (B)

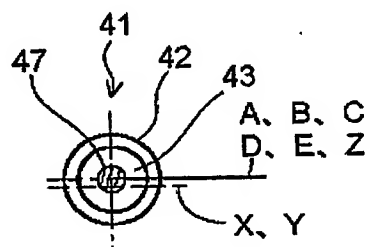


FIG. 2(A)

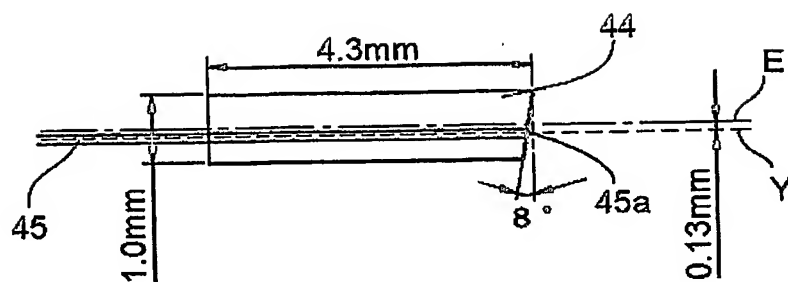
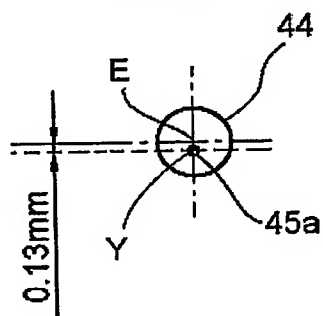


FIG. 2(B)



10/550276

FIG. 3(A)

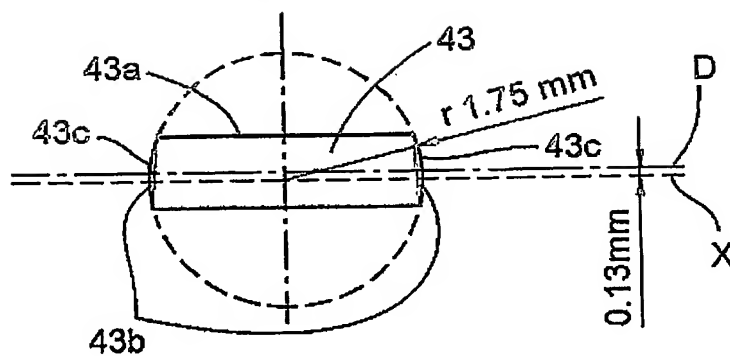
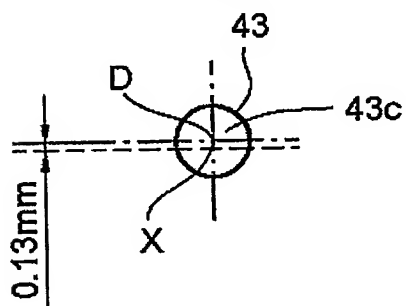


FIG. 3(B)



10/550276

FIG. 4 (A)

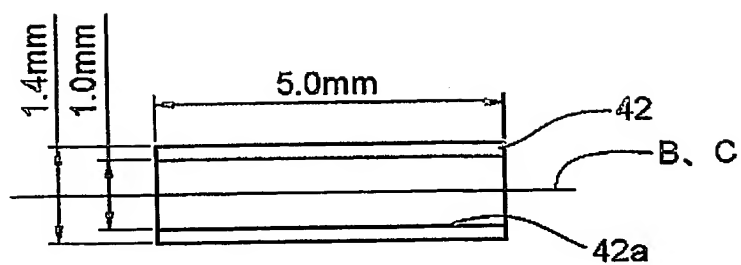
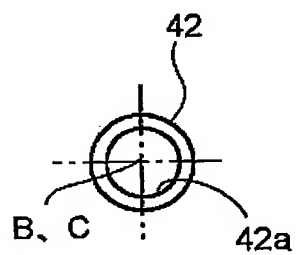


FIG. 4 (B)



10/550276

FIG. 5(A)

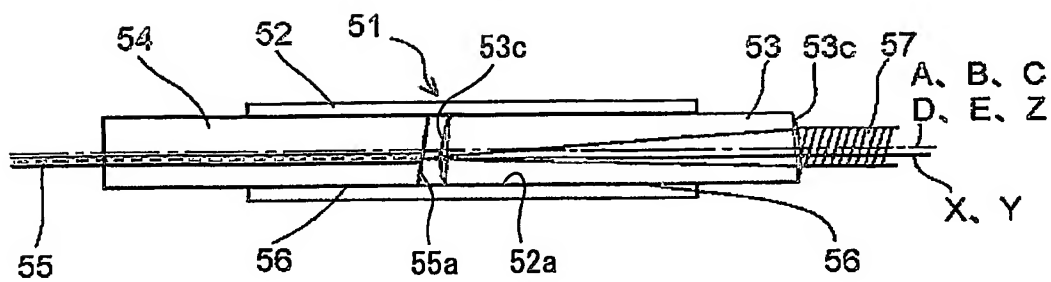
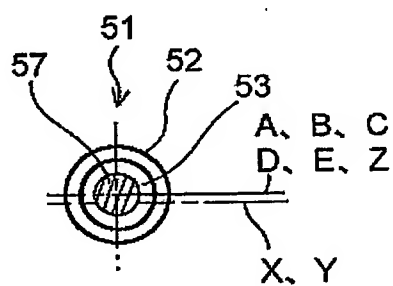


FIG. 5(B)



10/550276

FIG. 6(A)

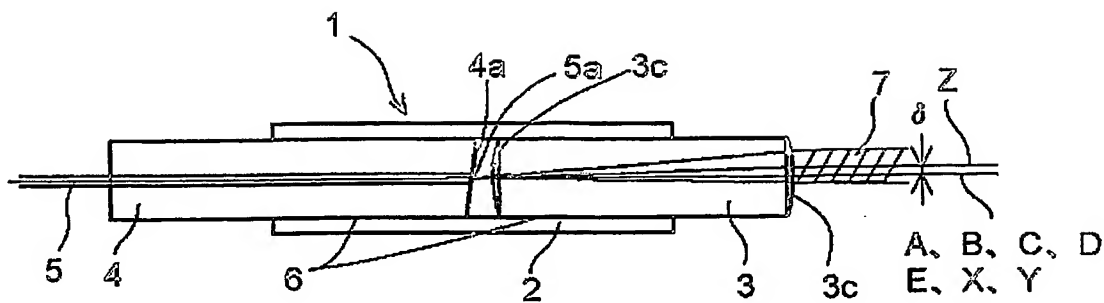


FIG. 6(B)

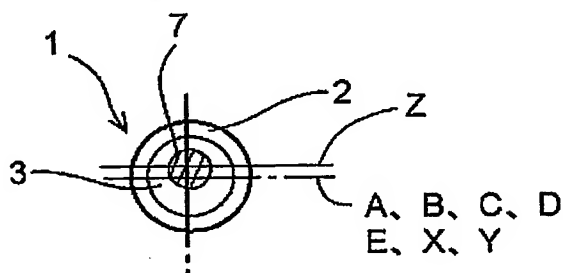


FIG. 7

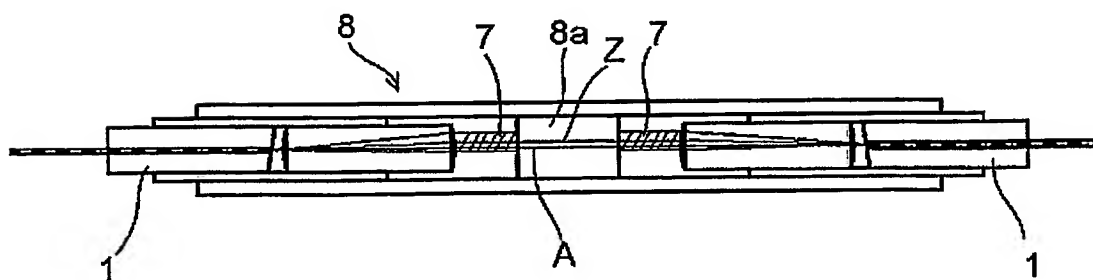


FIG. 8(A)

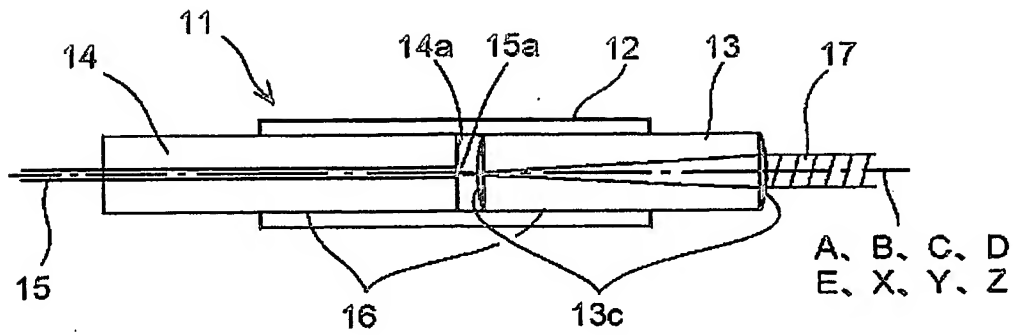
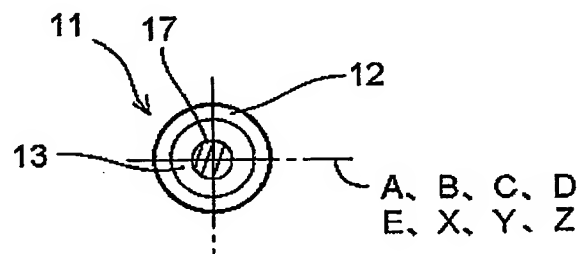


FIG. 8(B)



10/550276

FIG. 9(A)

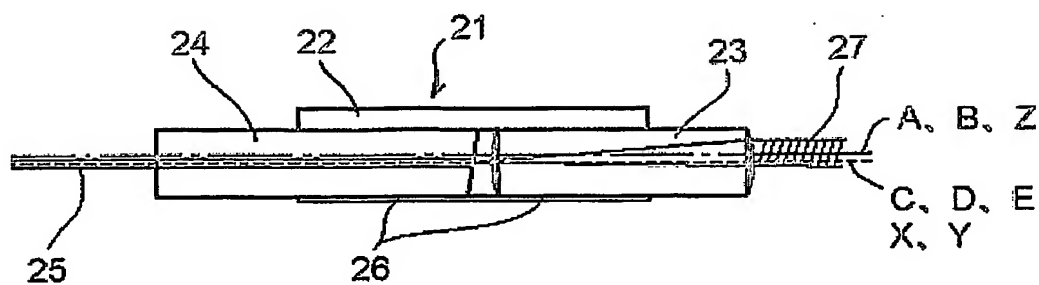


FIG. 9(B)

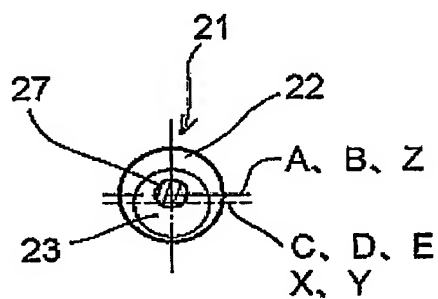


FIG. 10(A)

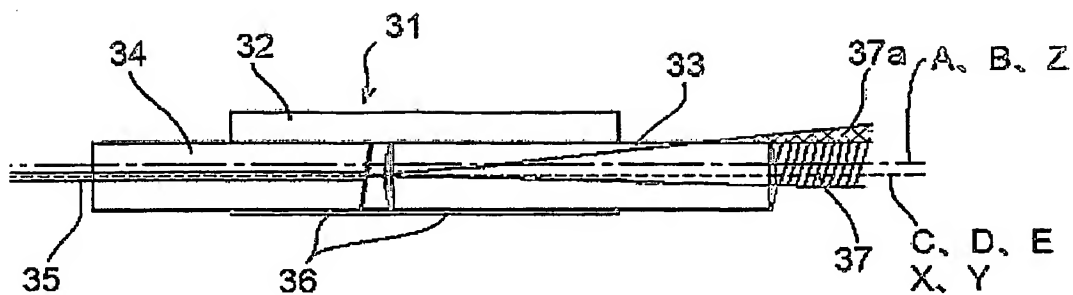


FIG. 10(B)

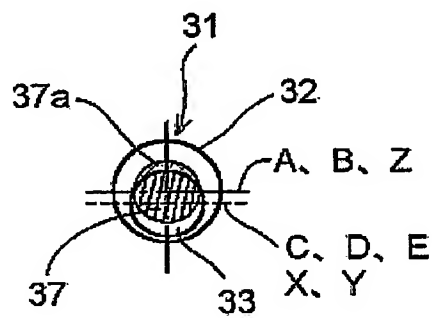
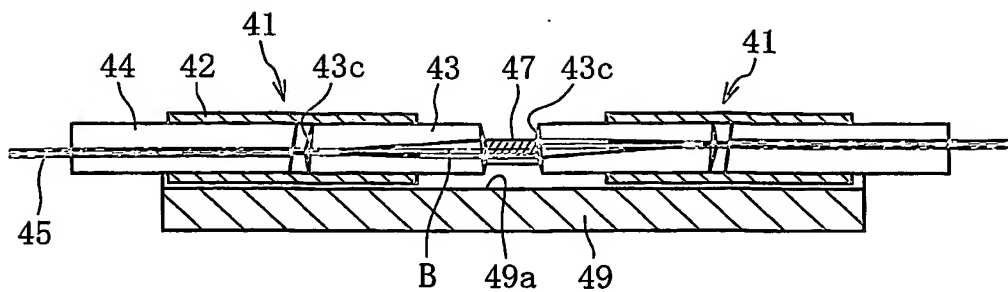


FIG. 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003849

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G02B6/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G02B6/26-6/293, G02B6/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 56-94313 A (Fujitsu Ltd.), 30 July, 1981 (30.07.81), (Family: none)	1-8
A	Masaaki TSUNOMI et al., "Kyumen Lens (D Lens) o Mochiita Tei-Cost Collimator no Kaihatsu", The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers Gijutsu Kenkyu Hokoku, 22 August, 2002 (22.08.02), Vol.102, No.287, pages 19 to 23	1-8
A	JP 2002-311283 A (Nippon Electric Glass Co., Ltd.), 23 October, 2003 (23.10.02), Par. Nos. [0024] to [0037]	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"B" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"Δ" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 May, 2004 (18.05.04)

Date of mailing of the international search report
01 June, 2004 (01.06.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/003849

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 3910166 A1 (Siemens AG.), 11 October, 1990 (11.10.90), (Family: none)	1-8
E, A	EP 1406100 A2 (Eastman Kodak Co.), 07 April, 2004 (07.04.04), & JP 2004-126586 A & US 2004/0062478 A1	1-8
P, A	JP 2003-167159 A (Nippon Electric Glass Co., Ltd.), 13 June, 2003 (13.06.03), (Family: none)	1-8
A	JP 2001-56418 A (Anritsu Corp.), 27 February, 2001 (27.02.01), (Family: none)	1-8
A	JP 2002-196180 A (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 10 July, 2002 (10.07.02), & EP 1219990 A1 & US 2002/0094163 A1	1-8
A	JP 62-235909 A (Fujitsu Ltd.), 16 October, 1987 (16.10.87), (Family: none)	1-8
A	JP 9-258059 A (Alps Electric Co., Ltd.), 03 October, 1997 (03.10.97), (Family: none)	1-8

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	様式-PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、	
0-4-1	右記によって作成された。	PCT-SAFE [EASY mode] Version 3.50 (Build 0002.158)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	FP03-067CT
I	発明の名称	光コリメータ
II	出願人	出願人である (applicant only)
II-1	この欄に記載した者は	米国を除く全ての指定国 (all designated States except US)
II-2	右の指定国についての出願人である。	
II-4ja	名称	日本電気硝子株式会社
II-4en	Name:	NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.
II-5ja	あて名	5208639 日本国
II-5en	Address:	滋賀県大津市晴嵐2丁目7番1号 7-1, Seiran 2-chome Otsu-shi Shiga 5208639 Japan
II-6	国籍(国名)	日本国 JP
II-7	住所(国名)	日本国 JP
II-8	電話番号	077-537-1410
II-9	ファクシミリ番号	077-537-2042

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

III-1	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 田中 宏和 TANAKA, Hirokazu 5208639 日本国 滋賀県大津市晴嵐2丁目7番1号 日本電気硝子株式会社内 (株式会社) c/o Nippon Electric Glass Co., Ltd. 7-1, Seiran 2-chome Otsu-shi Shiga 5208639 Japan 日本国 JP 日本国 JP
III-1-1	この欄に記載した者は	
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	
III-1-4a	氏名(姓名)	
III-1-4en	Name (LAST, First):	
III-1-5a	あて名	
III-1-5en	Address:	
III-1-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-1-7	住所(国名)	日本国 JP
III-2	その他の出願人又は発明者	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only) 角見 昌昭 KADOMI, Masaaki 5208639 日本国 滋賀県大津市晴嵐2丁目7番1号 日本電気硝子株式会社内 c/o Nippon Electric Glass Co., Ltd. 7-1, Seiran 2-chome Otsu-shi Shiga 5208639 Japan 日本国 JP 日本国 JP
III-2-1	この欄に記載した者は	
III-2-2	右の指定国についての出願人である。	
III-2-4a	氏名(姓名)	
III-2-4en	Name (LAST, First):	
III-2-5a	あて名	
III-2-5en	Address:	
III-2-6	国籍(国名)	日本国 JP
III-2-7	住所(国名)	日本国 JP


特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく 出願人のために行動する。	代理人 (agent)
IV-1-1a	氏名(姓名)	江原 省吾
IV-1-1en	Name (LAST, First):	EHARA, Syogo
IV-1-2a	あて名	5500002 日本国 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目15番26号 江原特 許事務所
IV-1-2en	Address:	EHARA PATENT OFFICE, 15-26, Edobori 1-chome, Nishi-ku Osaka-shi Osaka 5500002 Japan
IV-1-3	電話番号	06-6443-9541
IV-1-4	ファクシミリ番号	06-6443-9544
IV-1-5	電子メール	info@ehara-pat.gr.jp
IV-2	その他の代理人	筆頭代理人と同じあて名を有する代理人 (additional agent(s) with the same address as first named agent)
IV-2-1a	氏名	田中 秀佳; 白石 吉之; 城村 邦彦; 熊野 剛; 山根 広昭
IV-2-1en	Name(s)	TANAKA, Hideyoshi; SHIRAIISHI, Yoshiyuki; SHIROMURA, Kunihiko; KUMANO, Tsuyoshi; YAMANE, Hiroaki
V	国の指定	
V-1	この願書を用いてされた国際出願は、規則 4.9(a)に基づき、国際出願の時点で拘束さ れる全てのPCT締約国を指定し、取得しうる あらゆる種類の保護を求め、及び該当する 場合には広域と国内特許の両方を求める 国際出願となる。	
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張	
VI-1-1	出願日	2003年 03月 20日 (20.03.2003)
VI-1-2	出願番号	2003-077503
VI-1-3	国名	日本国 JP
VI-2	先の国内出願に基づく優先権主張	
VI-2-1	出願日	2003年 12月 22日 (22.12.2003)
VI-2-2	出願番号	2003-424782
VI-2-3	国名	日本国 JP
VII-1	特定された国際調査機関(ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)
VIII	申立て	申立て数
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日 における出願人の資格に関する申立て	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日 における出願人の資格に関する申立て	
VIII-4	発明者である旨の申立て(米国を指定国と する場合)	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例 外に関する申立て	

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用)

DX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
DX-1	願書(申立てを含む)	4	✓
DX-2	明細書	21	-
DX-3	請求の範囲	2	-
DX-4	要約	1	✓
DX-5	図面	10	-
DX-7	合計	38	
	添付書類	添付	添付された電子データ
DX-8	手数料計算用紙	✓	-
DX-17	PCT-SAFE 電子出願	-	✓
DX-19	要約書とともに提示する図の番号	図 1 A	
DX-20	国際出願の使用言語名	日本語	
X-1	出願人、代理人又は代表者の記名押印		
X-1-1	氏名(姓名)		
X-1-2	署名者の氏名		
X-1-3	権限		

受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受理の日	
10-2	図面	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であってその後期間内に提出されたものの実際の受理の日(訂正日)	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない	

国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--